

3 佐鳴湖流域の湧水の研究 その5

佐鳴湖の汚染に対する湧水の窒素・リン酸の負荷と流域の土地利用との関係

1 研究の動機と目的

佐鳴湖の流域では、かつては豊かな湧水が存在し、多くの水車に利用されるだけでなく佐鳴湖の水質保全に役立っていた。しかし、現在では湧水は減少し、佐鳴湖の水質は悪化して改善の様子も見られない。佐鳴湖の浄化のためには、流域の湧水の現状を把握して、湧水の保全と復元が湖の浄化に果たす役割を検討する必要がある。

また、環境省が発表した平成13年度の水質測定結果で、佐鳴湖が全国の湖沼のワースト1となった。浜松市の最近の調査では、佐鳴湖の汚染に対して、湧水などの地下水の影響も大きいと報告されている。

そこで、佐鳴湖の水質に対する湧水の役割と問題を明らかにするために、次の事を検討する。

過去の佐鳴湖及び流入河川の水質測定結果から、佐鳴湖の水質悪化の主要原因を推定する。

佐鳴湖の流域である、段子川流域及び新川流域の河川水、湧水の水質を詳細に調査し、問題となる地域を特定する。

河川及び湧水の水質と小流域ごとの土地利用との関係を検討し、それらを水質悪化させる原因を推定する。

湧水の水質悪化項目である硝酸の含量について、三方原台地各地の湧水と比較し、佐鳴湖流域での水質悪化の程度を明らかにする。

2 調査方法

(1) 佐鳴湖の水質悪化の主要原因

浜松市が測定した静岡県公共用水域監視結果などから、佐鳴湖と流入河川の水質の経年変化の検討と、全国ワースト1を記録した佐鳴湖の平成13年度の水質と、最近で最も水質が良かった平成10年度の水質との比較を行った。そして、その結果から佐鳴湖の水質悪化の主要原因を推定して、湧水による負荷を調査検討する対象とした。

(2) 段子川流域及び新川流域の河川水・湧水の詳細調査

段子川流域と新川流域において、本流、支流、流入水路などを詳細に調査して、河川水、湧水を採水し水質を検討した。

調査は平成15年5月5日と同7月26日（一部27日）に行い、段子川流域23地点（河川水17地点、湧水6地点）新川流域17地点（河川水8地点、湧水9地点）で採水した。

水質の測定項目は、佐鳴湖の水質悪化の主要原因の検討により、流入河川による全窒素、全リンの負荷が問題と考えられたので、その主成分であり簡易分析で測定しやすい硝酸、リン酸含量を測定した。硝酸はRQフレックスによる試験紙の読み取りにより測定し、リン酸はバックテストにより測定した。

(3) 河川水及び湧水の水質と小流域ごとの土地利用との関係

ア 流域の土地利用現況図の作成

国土地理院発行の縮尺2万5千分の1地形図を利用し、地図上の土地利用境界線の読み取りと、河川水、湧水の詳細調査時の現地観察から、色鉛筆で塗り分けた土地利用現況図を作成した。

イ 小流域ごとの各土地利用面積の算出

本流、支流、流入水路などから、段子川流域を段子川本流域、和合排水路流域、権現谷川、中途川流域の小流域に、新川流域を新川本流域、シノキ南谷流域、弥生橋西排水路流域の小流域に、それぞれ区分した。

小流域ごとの土地利用面積の算出は、以下の方法によった。作成した土地利用現況図を小流域ごとに切り取る。更に、各土地利用の区分ごとに切り分ける。それぞれの重量を精密に測定する。また、面積1平方キロメートルに相当する紙の重量も測定する。同じ紙ならば、面積は重量に

比例することから、各土地利用区分ごとの面積を算出する。

ウ 小流域ごとの河川水及び湧水の水質と土地利用との関係の検討

小流域ごとの河川水及び湧水の平均水質と各土地利用区分の面積割合との相関図を、パソコンのグラフ作成ソフトにより作成し、両者の関係を検討した。

(4) 佐鳴湖流域と三方原台地各地の湧水の硝酸含量の比較

佐鳴湖流域の9地点の湧水と、三方原台地各地の13地点の湧水を調査し比較した。調査は、平成13年12月31日、平成14年8月3日、平成15年1月15日（一部、平成14年12月30日）に行った。硝酸含量はRQフレックによる試験紙の読み取りにより測定した。

3 調査結果

(1) 佐鳴湖の水質悪化の主要原因

ア 佐鳴湖と流入河川の水質の経年変化

昭和57年から経13年までの約20年間の経年変化は、CODではほぼ横ばい状態であり、佐鳴湖に比べ流入河川の方が低かった。これに対し、全窒素は流入河川の方が高く、特に新川が高かった。全リンは佐鳴湖と段子川がほぼ同じに経過しているが、新川は低かった。

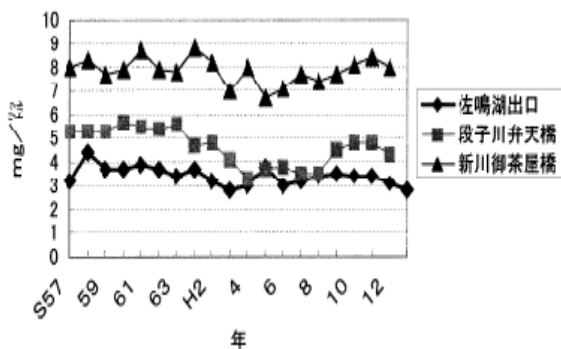


図1 全窒素の経年変化

イ 平成13年度と平成10年度の水質の比較

水質が悪化した平成13年度は、平成10年度と比べると、秋から春にかけて水質が悪化していた。全窒素は平成13年度の方がむしろ低く、平成13年度の水質が悪化した時期には、全リンが高くなっていた。

(2) 段子川流域の河川水・湧水の詳細調査

硝酸含量 (mg/L) は、平成15年5月の調査ではシイノキ南谷合流地点から佐鳴湖までの区間の新川で高かった。特に新川右岸より合流する弥生橋西排水路では46と高い数値であった。平成15年7月の調査でも同様の傾向であり、シイノキ南谷が72、弥生橋西排水路が50と、特に高かった。

リン酸含量 (mg/L) は、硝酸含量とは逆に、段子川流域で高い数値の場所が見られた。平成15年5月の調査では、段子川の最上流、和合排水路合流地点付近、及び権現谷川最上流で高く、和合排水路の鳥飼橋では2.0と極めて高かった。経15年7月の調査でも同様の傾向であった。

(3) 河川水及び湧水の水質と小流域ごとの土地利用との関係

土地利用を、「林・荒地」(広葉樹林、針葉樹林、竹林、荒地)、「水田」、「畑」(畑、牧草地)、「果樹園」、「茶畑」、「市街地」の6種類に区分し、小流域ごとにそれぞれの面積を算出した。

段子川流域と新川流域を比較すると、土地利用が大きく異なっていた。段子川流域では市街地が約75%を占め、畑などの農地は僅か数%程度であった。これに対し、新川流域の市街地は約40%であり、逆に、畑や茶畑などの農地が約25%を占めた。林・荒地も約30%と比較的多かった。小流域の中では、シイノキ南谷の土地利用に特徴があり、畑と茶畑が約45%を占めていた。

(4) 佐鳴湖流域と三方原台地各地の湧水の硝酸含量の比較

調査時期が、平成13年12月～平成15年1月の約1年間だけであるが、硝酸含量 (mg/L) の変化は、段子川流域の泉湧水 (浜松市泉) が19～32、新川流域のいみち湧水 (浜松市富塚町) が24～34であった。

これに対し、三方原台地各地の湧水は調査地点により異なるが、最も高い数値を示した水出観音 (浜松市深萩町) では69～102であった。また、調査時期別では、どの調査地点でも平成14年8月の数値が高かった。

4 考察

(1) 佐鳴湖の水質悪化の主要原因

水の汚れの量を示すCODの数値は、流入河川である段子川や新川よりも、佐鳴湖の方がかなり高かった。従って、佐鳴湖の汚れの大部分は、流入河川から運ばれるのではなく、佐鳴湖の中で作られていると考えられた。

佐鳴湖の全窒素含量 (mg/l) は3～4と高い数値であったが、CODとは逆に流入河川の方が高く、特に新川の影響が大きいと考えられた。全リン含量 (mg/l) は低下傾向にあるものの、最近でも0.3前後あり高い数値であった。流入河川では、新川は低く保たれているものの、段子川の数値は佐鳴湖とほぼ同じに推移しており、全窒素とは逆に段子川の影響が大きいと考えられた。

このように、佐鳴湖の全窒素と全リンの数値は、湖沼の影響基準の最低ランク（全窒素：1、全リン：0.1）も満足できない高い数値であり、この富栄養により湖沼の植物プランクトンが異常増殖して、その死骸が汚れになっていると考えられた。

また、全国のワースト1を記録した平成13年度は、全窒素含量はやや低めで、水質が悪化した時期には全リンの数値が高めになっていた。何らかの原因で佐鳴湖の全リン含量が高くなり、そのことがワースト1を招くような植物プランクトンの異常増殖の原因となっている可能性がある。

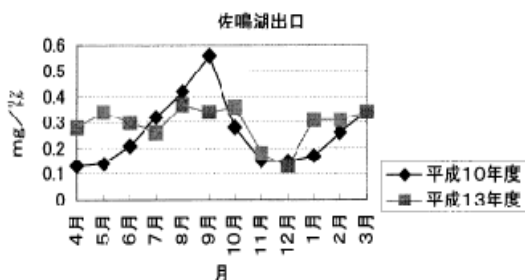


図2 平成13年度と平成10年度の全リンの比較

(2) 段子川流域及び新川流域の河川酸い、湧水の詳細調査

新川の河川酸いの硝酸含量は、流域の湧水の数値と近い値であった。また、流域の全域に何ヶ所かの湧水があることから、新川の河川水の大半は流域の湧水に由来していると考え

えられた。新川流域でも硝酸含量の特に高い地域は、その南半分であり、特に右岸側（西側）から合流するシノキ南谷、弥生橋西排水路の小流域で特に高かった。この小流域の湧水の硝酸含量を高める何らかの原因があると考えられた。

段子川の河川水のリン酸含量は、流域の湧水の数値に比べて高い値であった。河川水のリン酸は湧水以外に由来し、湧水は河川水のリン酸含量を低くするのに役立っていると考えられた。段子川流域でもリン酸含量の高い地域は、泉湧水などの湧水群の流入前の最上流や、和合排水路合流地点付近、及び権現谷川最上流である。特に権現谷川最上流では常に生活排水臭がすることから、これらの地域では下水道に接続されていない生活排水が河川に流入していることが考えられた。

(3) 河川水及び湧水の水質と小流域ごとの土地利用との関係

河川水の硝酸含量は、水田以外の農地面積割合との間に正の相関がやや認められた。また、湧水の硝酸含量は、水田以外の農地面積割合との間に正の相関が認められた。市街地の面積割合とは逆に負の相関が認められ興味深かった。

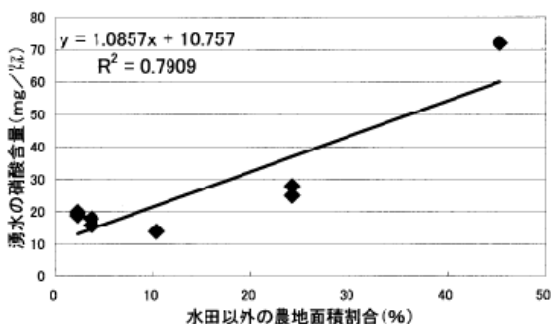


図3 湧水の硝酸含量と水田以外の農地面積割合との相関

河川水のリン酸含量は、いずれの土地利用区分の面積割合とも相関が認められなかった。生活排水の発生する市街地の面積割合と正の相関が認められないのは不思議だったが、これは同じ市街地でも生活排水の下水道への接続率が異なるためとの考えられた。

また、湧水のリン酸含量は、いずれの土地

利用区分の面積割合とも相関が認められないだけでなく、全て極めて低い値であった。これは、土地利用区分の違いより異なる量のリン酸が地面に浸透しても、土が全て浄化してしまうためと考えられた。従って、多量の湧水は河川のリン酸を低減する効果があると考えられた。

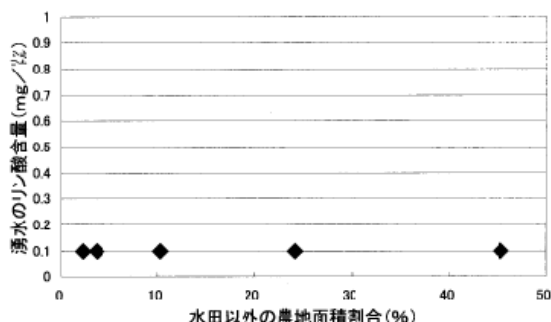


図4 湧水のリン酸含量と水田以外の農地面積割合との相関

(4) 佐鳴湖流域と三方原台地各地の湧水の硝酸含量の比較

地下水の環境基準で「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」(両者の合計を窒素含量で示す：窒素含量 = 硝酸含量 × 0.2258) は10mg/L以下と定められている。

滝峰不動明王(細江町中川)、天池(細江町老ヶ谷)、水出観音(浜松市深萩町)は、平成13年12月、平成14年8月、平成15年1月のいずれの調査でも、硝酸性窒素含量だけで環境基準を超過しており、不動寺(浜北市平口)は平成13年12月、平成14年8月に超過していた。半田緑地(浜松市半田町)は平成14年8月に超過していた。

これらのことから、東名高速道路より北側の三方原台地北半分では、広範囲に硝酸性窒素による地下水汚染が生じている可能性が考えられた。これに対し、佐鳴湖流域などの三方原台地南半分では、佐鳴湖の富栄養化には影響を与えているものの環境基準を超過するような地下水汚染は生じていなかった。

これには、三方原台地北半分の方が水田以外の農地面積割合が高く、地下水の硝酸性窒素含量が特に高くなっていることが第一に考えられた。また、三方原台地北半分の地下水の南方向への流れが、東名高速道路建設によ

って作られた切り割りで遮断されているため、南半分への汚染の拡大が防止されていることも考えられた。

5 まとめ

全国ワースト1を記録した佐鳴湖の水質に対する、湧水の影響と問題点を明らかにするため、佐鳴湖の水質悪化の主要原因、段子川流域と新川流域の問題となる地域の特長、湧水の水質悪化の原因となる土地利用、佐鳴湖流域での湧水の水質悪化の程度を検討した結果、次のことが考えられた。

- (1) 佐鳴湖の汚染は富栄養化した湖内で発生しており、富栄養化の原因は新川からの窒素の流入と、段子川からのリンの流入である。
- (2) 新川流域の硝酸含量は、シイノキ南谷、弥生橋西排水路といった、新川の南半分に右岸側から合流する小流域で高く、湧水に由来する。
- (3) 段子川流域のリン酸含量は、段子川の最上流、和合排水路合流地点付近、及び権現谷川最上流で高く、下水道に接続されていない生活排水に由来する。
- (4) 湧水の硝酸含量は、流域の水田以外の農地面積割合、特に茶畑の面積割合と正の相関があり、河川水の硝酸含量に影響を与えている。
- (5) 湧水のリン酸含量は、流域の土地利用にかかわらず極めて低く、多量の湧水は河川水のリン酸含量を低減する。
- (6) 三方原台地各地の湧水の硝酸性窒素含量は、台地の北半分が高く、広範囲に地下水の環境基準を超過している。
- (7) 佐鳴湖流域を含む三方原台地の南半分では、湧水の硝酸性窒素含量は比較的低く、これには流域の土地利用の違いの他、台地の北半分からの汚染された地下水の流れが、東名高速道路の切り割りで遮断されている可能性がある。